

長野県上田市の塩田平ため池群における水鳥の繁殖

Breeding of water birds in agricultural ponds on the Shioda-daira plain in Ueda, Nagano Prefecture

三 枝 広 樹*

高 橋 一 秋**

Hiroki MIEDA

Kazuaki TAKAHASHI

要旨

日本では、ため池の造成が始まったとされる3世紀末以降、「農業用水の供給」といった重要な役割をため池は担ってきた。しかし最近では、ため池の有する副次的な機能として、「生態系の保全」の機能も重要視される。そこで、本研究では、ため池を繁殖地として利用する水鳥と、水生植物を主体とする植生の群落タイプや面積が繁殖に及ぼす影響、水位変動が繁殖に及ぼす影響について調査した。また、水鳥の繁殖にとって重要な水生植物や繁殖地としてのため池の保全の方向性について考察した。

本調査は、長野県上田市塩田平のため池群に属する14か所のため池を対象に行った。2021年から2023年の3年間、水鳥の繁殖期間を含む5月から9月に、各ため池で、水鳥の種類ごとの個体数、判別が可能な場合は、幼鳥か成鳥か、観察できた場合には、巣の数と巣材、巣の中の卵とヒナの数、行動(抱卵、給餌)を記録した。また、各ため池の水量、水面面積、ヒシが水面を覆っている面積、ハスが水面を覆っている面積も記録した。また、2023年8月に、池岸植生の優占種を4か所のため池で調査した。

3年間の調査の結果、27種4794個体の水鳥が観察された。そのうちヒナが観察された鳥種はカイツブリ、バン、オオバンの3種、若鳥のみ観察された鳥種はカルガモであった。カイツブリの幼鳥は、ヒシが多いため池を、バンの幼鳥は、池岸に少し・中程度のヨシやヒメガマがあり、ハスやヒシが多いため池を、オオバンの幼鳥は、池岸に多くのヒメガマ・ウキヤガラ・ヨシがあり、ハスやヒシが多いため池を、カルガモの若鳥は、池岸に少し・多くのヒメガマ・ウキヤガラ・ヨシがあり、ハスやヒメガマが多いため池を、それぞれ選択する傾向が認められた。これらの結果から、カイツブリの繁殖にとって、ヒシが特に重要であること、バンとオオバンの繁殖にとって、池岸の水生植物や水際部の抽水植物からなる植生帯が重要であることが示唆された。カルガモについては、ため池で繁殖していない可能性も残された。また、カイツブリ、バン、オオバンのヒナや若い幼鳥が観察された時期(6月から7月)と、池干しによる著しい水位低下がみられた時期(8月から9月)は一致しなかった。池干しによる水位変動は、水鳥の繁殖に負の影響を及ぼしていない可能性が高かった。したがって、水鳥の繁殖地としてのため池を保全するためには、ため池の植生を保全・再生し、現在の水位管理を維持することが求められるであろう。

Abstract

In Japan, anthropogenic ponds have played an important role in supplying water for agriculture since the end of the 3rd century, when the construction of reservoirs is thought to have begun. More recently, however, a secondary

function of agricultural ponds has also been emphasized: that of ecosystem conservation. In this paper, we investigate how the breeding of water birds in agricultural ponds is impacted by water level fluctuation and the nature and extent of the vegetation community. We also discuss the importance of water plants for the breeding of water birds and propose future directions for the conservation of agricultural ponds as breeding habitats.

We conducted surveys at 14 agricultural ponds on the Shioda-daira plain, Ueda City, Nagano Prefecture, Japan, each year from 2021 to 2023. Surveys took place from May to September, a range intended to encompass the breeding periods of most water birds. For each pond, we recorded the number of individuals of each observed species, whether they were juveniles or adults (if they could be identified), the number of nests and nest materials (if observed), the number of eggs and chicks in nests, and the birds' behavior (brooding, feeding, etc.). For each pond we also recorded the volume of water as a percentage of maximum, the surface area, the area covered by *Trapa jeholensis*, and the area covered by *Nelumbo nucifera*. In August 2023, we additionally assessed the coverage of dominant plant species on the banks around four ponds.

Over the three years of our survey, we observed 4794 individuals from 27 water bird species. Of these, chicks were observed for three species (*Tachybaptus ruficollis*, *Gallinula chloropus*, and *Fulica atra*), and only young adults were observed for *Anas zonorhyncha*. Juvenile *Ta. ruficollis* tended to select agricultural ponds with abundant *Tr. jeholensis*; juvenile *G. chloropus* tended to select agricultural ponds with a low to moderate abundance of *Phragmites australis* and *Typha domingensis* on their banks, and abundant *N. nucifera* and *Tr. jeholensis*; juvenile *F. atra* tended to select agricultural ponds with more *Ty. domingensis*, *Bolboschoenus fluviatilis*, and *P. australis* on their banks, and abundant *N. nucifera* and *Tr. jeholensis*; and *A. zonorhyncha* tended to select agricultural ponds with a low or abundance of *Ty. domingensis*, *B. fluviatilis*, and *P. australis* on their banks, and abundant *N. nucifera* and *Ty. domingensis*. Our results suggest that *Tr. jeholensis* is particularly important for the breeding of *Ta. ruficollis*, while both emergent littoral vegetation and adjacent terrestrial vegetation are important for the breeding of *G. chloropus* and *F. atra*. In contrast, *A. zonorhyncha* may not breed in agricultural ponds. Chicks and juveniles of *Ta. ruficollis*, *G. chloropus*, and *F. atra* were also observed in June–July, which did not correspond with the timing of extreme water level declines in August–September. It seems unlikely that water level fluctuations due to pond drying impede breeding in the species we observed. To conserve agricultural ponds as breeding habitats for water birds, it will be necessary to conserve and restore vegetation in the ponds and maintain current water level management practices.

キーワード：繁殖場所, カイツブリ, ヒシ, 抽水植物, 水位変動

Keywords: breeding habitat, *Tachybaptus ruficollis*, *Trapa jeholensis*, emergent plant, water level fluctuation

はじめに

日本では、3世紀末からため池が造成されるようになったと言われており、それ以来、ため池は「農業用水の供給」といった重要な役割を担ってきた(白井・成瀬1983)。しかし最近では、「農業用水の供給」の他に、ため池の有する副次的な機能として、「食料生産・養魚」「地下水の涵養・水質浄化」「気候の緩和」「洪水調整」「非常時の防火用水・生活用水の供給」「水辺景観・アメニティの形成」「レクリエーション空間」「ため池をめぐるコミュニティの形成」「地域固有の文化遺産」「学習・教育」の機能、さらには「生態系の保全」の機能までもが挙げられ、重要視されている(内田2001)。ここで言う「生態系の保全」の機能とは、ため池を取り

巻く水辺の生態系がため池の造成とその後の維持管理によって保全されてきたことを指している。さらに、これらの生態系を生息・生育地として利用している多様な生物の保全にも、ため池の造成と維持管理が寄与してきたことを意味している。これらのことから、「生態系の保全」にも十分配慮しつつ、ため池の多面的機能が発揮されるような管理水準の維持向上が求められている(金蔵1999)。

ため池は水鳥によって四季を通じて利用されている。例えば、カイツブリ類(カイツブリ *Tachybaptus ruficollis*, カンムリカイツブリ *Podiceps cristatus*)、クイナ類(バン *Gallinula chloropus*, オオバン *Fulica atra*)、ガン・カモ類(カルガモ *Anas zonorhyncha*)は、夏季にため

池を繁殖地(桑田 1942; 北島1994; 竹内・吉田 2006; 關 2009; 高谷 2011)として利用し、ガン・カモ類やハクチョウ類は、秋季にため池を渡りの中継地として利用する(佐藤 2008)。冬季には、ガン・カモ類、サギ類、カイツブリ類、ウ類、クイナ類、チドリ類などの多様な水鳥がため池を越冬地として利用する(江崎・工 2003; 阿部ら 2007; 嶋田ら 2019)。その他にも、一年を通して、ガン・カモ類、ハクチョウ類、クイナ類、カイツブリ類は、ため池を採食地としても利用する(高谷・佐原 2012; 渡辺 2014)。このように、水鳥がため池を利用する目的は多様であり、これらの水鳥にとってため池は重要な生息地の一つである。

ため池で繁殖が確認されているカイツブリ、バン、オオバン、カルガモは、一般に、水辺の植生帯を利用して営巣する。カイツブリは、やや規模の大きな抽水植物群落やヨシ群落の水際部、水中に繁茂する水草の上(桑田 1942; 桜井 1994; 中村・中村 1995)、バンとオオバンはやや規模の大きな抽水植物群落の水際部や草むらの中の水面(桜井 1994; 中村・中村 1995; Meniaia et al. 2014)、カルガモは規模の大きな抽水植物群落やヨシ群落、草むらや藪(桜井 1994; 中村・中村 1995; 大鷹・中村 1996; 中村 2009; Luo et al. 2022)にそれぞれ営巣する。また、巣材として、カイツブリはヒシ *Trapa jeholensis* やマコモ *Zizania latifolia* などの水草の葉や茎など(川口 1934; 中村・中村 1995)、バンはヨシ *Phragmites australis*、マコモ、イ *Juncus effusus*、ガマ *Typha latifolia* の枯れ草など(桑田 1942; 中村・中村 1995)、オオバンはヨシ、ヒメガマ *Typha domingensis*、ホソバヒメガマ *Typha angustifolia* の枯れ草など(北島 1994; 中村・中村 1995; Squalli et al. 2020)、カルガモは草の葉など(中村・中村 1995)をそれぞれ利用する。育雛期には、オオバンの親鳥はさまざまな植物(ヒルムシロ類、イバラモ *Najas marina*、ヒメガマなど)を採食し、ヒナに給餌する(酒井 2015)。また、繁殖期には、カイツブリはヒシの果実など、バンは水草の葉、茎、種子など、カルガモは草の葉、茎、種子などの植物質を餌として利用する(中村・中村 1995)。これらの繁殖生態や食性から、抽水植物群落、浮遊植物群落、ヨシ群落などの水生植物で構成された植生帯がため池に整っていることが、カイツブリ、バン、オオバン、カルガモの繁殖を成功させる必須条件であるといえる。

しかしながら、ため池から取水する樋に、水生植物の枯れ葉が詰まった場合には、それを取り除く管理が必要となる(石井・角道 2019)ことから、水生植物は、

ため池の利水に負の影響を与える害草でもある(嶺田ら 2006)。したがって、ため池の管理上、害草となる水生植物を繁茂させないことと、水鳥に営巣場所や採食場所などを提供する植生帯を保全し、水鳥の繁殖地としての機能を維持向上させることは、相反する状況にある。一方で、利水によるため池の水位変動が水鳥の繁殖の成否に影響を与える場合もある。例えば、カイツブリの巣が水位変動によって水没し、繁殖に失敗すること(Moss and Moss 1993; 竹内・吉田 2006)や、繁殖期に極端な水位変動が起こらないように水位を管理すれば、繁殖への負の影響を最小限に留めることができること(中村・山田 2017)が報告されている。

本研究では、ため池を繁殖地として利用する水鳥と、水生植物を主体とする植生の群落タイプや面積が繁殖に及ぼす影響、水位変動が繁殖に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。また、水鳥の繁殖にとって重要な水生植物や繁殖地としてのため池の保全の方向性について考察した。

方法 調査地

調査は、長野県上田市の中心部に位置する塩田平のため池群で行った。塩田平は、上田市の中心を東西に流れる信濃川水系千曲川の左岸に広がる河岸段丘である。上田市の平均気温は13.0℃(最低: -14.4℃, 最高: 38.8℃)、年間降水量は912.5mmであり、全国トップクラスの少雨地域である。なお、これらの気象データは上田観測所(標高502m)で2021年～2023年の3年間に記録されたデータから求めた。塩田平は、江戸時代には塩田3万石と称された上田藩の穀倉地帯であり、古くからため池群による灌漑が稲作を支えてきた(塩田の里交流館(とっこ館) <http://www.shiodanosato.jp/tameike/chiiki.php>, 参照 2023-06-28)。塩田平におけるため池築造の起源を記す史料は存在しないが、現在に残る主要なため池の築造・増築・修築は1620年代から1950年代までの間に精力的に行われ、昭和時代初期には239池が存在していた(上田市誌編さん委員会 2003)。その後、小規模の池は大規模な池に徐々に統合されていき、昭和50年代の「溜池施設台帳」には141池が登録されている。また、塩田平のため池群の景観や伝統文化が評価され、2010年に農林水産省の「ため池100選」(農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/index.html#hyakusen, 参照

2023-06-28)に、2015年には塩田平が環境省の「生物多様性保全上重要な里地里山」(略称:重要里地里山)」(環境省 <https://www.env.go.jp/nature/satoyama/jyuuyousatoyama.html>, 参照2023-06-28)に選定された。

水鳥調査

調査は、塩田平のため池群の主要なため池14か所で行った(図1)。2021年は、北ノ入池、山田池、舌喰池、小島大池、塩吹池、甲田池、下之郷新池、手洗池、男池、水沢池、上窪池、塩野池、荒池の13か所を調査対象とした。2022年は、舌喰池、甲田池、上窪池、手洗池の4か所を調査対象とし、2023年は、北ノ入池と砂原池を調査対象に追加した。舌喰池は水面面積が大きく、植生のある池、甲田池は水面面積が中程度で、植生のある池、上窪池は水面面積が小さく、植生のある池、手洗池は水面面積が中程度で、植生のない池

である(図2)。

調査期間は2021年から2023年までの3年間とし、水鳥の繁殖期を含む期間に調査を行った。2021年の調査は、7月に1回、8月に1回、9月に2回、計4回行った。2022年の調査は、5月から9月の5か月間に月2回ずつ、計10回行った。2023年の調査も5月から9月の5か月間とし、5月に1回、6月～8月に4回、9月に2回ずつ、計15回行った。この調査期間は、ため池を繁殖地として利用する鳥類の繁殖期から、池干しが行われる期間までである。

双眼鏡(8倍～10倍)と地上用望遠鏡(20～38倍)を用いて、池岸から目視による直接観察を行った。観察された水鳥の種類ごとの個体数、判別が可能な場合は、雄雌、幼鳥か成鳥か、観察できた場合には、巣の数と巣材、巣の中の卵とヒナの数、行動(抱卵、給餌)を記録した。



図1. 調査地の地図。水鳥調査を行ったため池14か所の位置を示している。「地理院地図Vector・淡色地図データ」(国土地理院)(<https://maps.gsi.go.jp/vector/>)をもとに作成。

Fig. 1. Study area map indicating the location of the 14 agricultural ponds used for our water bird surveys. Map layers were created using data obtained from the Geospatial Information Authority of Japan (<https://maps.gsi.go.jp/vector/>).



図2. 2022年と2023年に調査を行った上窪池、手洗池、甲田池、舌喰池。

Fig. 2. Kamikubo-ike pond, Tearai-ike pond, Koda-ike pond, and Shitakui-ike pond, surveyed in 2022 and 2023.

環境調査

各ため池の水量、水面面積、ヒシが水面を覆っている面積、ハス *Nelumbo nucifera* が水面を覆っている面積の割合を、調査日ごとに 0%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100% の11段階で目視による評価を行った。満水状態の水面面積を100%とし、これをため池の全体面積とした。池の全体面積と、池の土手内側に分布している池岸植生の面積は、「Google マップ」の航空写真と「距離を測定」ツールを用いて求め (<https://www.google.com/maps/>, 参照 2021-01-07)、池岸植生面積の割合 (100×池岸植生面積/池面積) を算出した。ヒシ面積については、水面を完全にヒシが覆っている状態を100%とし、ハス面積も同様に扱った。これらの面積割合の値から、ヒシ面積とハス面積をそれぞれ算出した。また、2023年8月に、池岸植生の優占種を舌喰池、甲田池、上窪池、手洗池で調査した。

ため池全体の面積が最も大きかった池は北之入池の77,635m²、最も小さかった池は荒池の7,025m²であった。ため池全体の面積に占める池岸植生面積の割合が最も大きかった池は北ノ入池の10.2%であったのに対し、池岸植生のないため池も7か所あった。ため池全体の面積に占めるヒシ面積の割合が最も大きかった池は甲田池、上窪池、荒池の90%であったのに対し、ヒシのないため池も3か所あった。ため池全体の面積に占めるハス面積の割合が最も大きかった池は舌喰池の30%であったのに対し、ハスのないため池も10か所あった。

データ分析

2021年に、13か所のため池で観察されたカイツブリ、カルガモ、バン、オオバン、ヒナの幼鳥 (ヒナを含む) の個体数とそれ

ら3種の幼鳥の合計個体数を応答変数、各ため池の水面面積、池岸植生面積、ヒシ面積、ハス面積と、それらの値を積算した合計植生面積を説明変数とする一般化線形混合モデル (GLMM) を作成し、AICによるモデル選択を行った。モデルに用いた確率分布は、ポアソン分布 (log link 関数)、ランダム効果は池の違いである。 χ^2 検定を用いて、ため池の単位面積当たりに観察される幼鳥数がため池間で等しくなると仮定した場合の期待値と、実際に観察された幼鳥数の観察値の間に、偏りがあるかを分析した。

解析にはフリーの統計ソフト R version 4.1.1 (R Development Core Team 2021) および lme4 パッケージの glmer 関数を用いた。それ以外の解析には、無料統計ソフト EZR (Easy R) (version 1.54 2020/12/24) (R version 4.0.3 2020/10/10) (Kanda 2013) を用いた。また、観察された鳥類の和名と学名は「日本鳥類目録改訂第7版 (2012)」に従った。

結果

観察された水鳥

ため池14か所で行った3年間の調査で、27種4794個体の水鳥が観察された (表1)。そのうち、幼鳥が確認された鳥種は、カルガモ、カイツブリ、バン、オオバンの4種であった。幼鳥の個体数はカルガモが最も多く、次いでカイツブリ、バン、オオバンの順であった。また、カイツブリ、バン、オオバンの3種については、ヒナが観察されたが、カルガモについては、ヒナは観察されず、成鳥との区別が難しいほど成長した若鳥のみであった。なお、本研究では、便宜的に、ヒナと若鳥も含めて幼鳥と呼ぶことにする。

表1. ため池14か所で各調査年に観察された水鳥の個体数。括弧内の数値は幼鳥の個体数を示す。
Table 1. The number of water birds observed in agricultural ponds in each survey year at 14 agricultural ponds. Values in parentheses indicate juveniles.

分類群	Taxonomic group	種	Species	2021年 2021	2022年 2022	2023年 2023	計 Total
ガン・カモ類	Anseriformes	カルガモ	<i>Anas zonorhyncha</i>	477 (56)	470 (59)	664 (103)	1611
		コガモ	<i>Anas crecca</i>	85	64	3	152
		キンクロハジロ	<i>Aythya fuligula</i>	2	13	28	43
		マガモ	<i>Anas platyrhynchos</i>	6	14	6	26
		ホシハジロ	<i>Aythya ferina</i>		1	24	25
		ハシビロガモ	<i>Anas clypeata</i>	15	3	6	24
		オシドリ	<i>Aix galericulata</i>			23	23
		ヨシガモ	<i>Anas falcata</i>			7	7
		メジロガモ	<i>Aythya nyroca</i>	4		2	6
		オナガガモ×マガモ交雑	<i>Anas acuta</i> × <i>Anas platyrhynchos</i>			3	3
		マガモ×カルガモ交雑	<i>Anas platyrhynchos</i> × <i>Anas zonorhyncha</i>	1	2		3
カイツブリ類	Grebes	オナガガモ	<i>Anas acuta</i>			1	1
		カイツブリ	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	453 (248)	345 (136)	878 (402)	1676
サギ類	Hérons	カンムリカイツブリ	<i>Podiceps cristatus</i>		2		2
		チュウサギ	<i>Egretta intermedia</i>	62	101	69	232
		ダイサギ	<i>Ardea alba</i>	69	46	74	189
		アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>	64	24	88	176
		コサギ	<i>Egretta garzetta</i>	14	1	58	73
		ヨシゴイ	<i>Ixobrychus sinensis</i>	1			1
クイナ類	Crakes	バン	<i>Gallinula chloropus</i>	42 (20)	37 (19)	136 (78)	215
		オオバン	<i>Fulica atra</i>	22	13	107 (30)	142
セキレイ類	Wagtails	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>	30	12	19	61
		セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i>	12		20	32
		キセキレイ	<i>Motacilla cinerea</i>	5	12	4	21
シギ・チドリ類	Sandpipers and plovers	イカルチドリ	<i>Charadrius placidus</i>	14			14
		イソシギ	<i>Actitis hypoleucos</i>	3		2	5
		コアオアシシギ	<i>Tringa stagnatilis</i>	2			2
ウ類	Cormorants	カワウ	<i>Phalacrocorax carbo</i>	13	1	6	20
カワセミ類	Kingfishers	カワセミ	<i>Alcedo atthis</i>	3	4	2	9

表2. ため池13か所における水面面積、ヒシ面積、ハス面積、池岸植生面積、合計植生面積が幼鳥の個体数に与える影響に評価した一般化線形混合モデル(GLMM) のベストモデルの係数。AICは赤池情報量基準。
Table 2. Results of the best generalized linear mixed models (GLMMs) assessing the effects of water surface area, *Trapa japonica* area, *Nelumbo nucifera* area, area of vegetation on the pond bank, and total vegetation area on the number of juvenile water birds in 13 agricultural ponds. AIC, Akaike's information criterion.

モデル	赤池情報量基準	応答変数	説明変数	係数	p
Model	AIC	Response variable	Explanatory variable	Coefficients	
Best model	82.4	3種の幼鳥の合計個体数 Total number of juvenile birds of the three species	ヒシ面積 <i>Trapa japonica</i> area	0.00009	0.014
Significant model	85.0	3種の幼鳥の合計個体数 Total number of juvenile birds of the three species	ハス面積 <i>Nelumbo nucifera</i> area	0.00012	0.033
Best model	46.3	カルガモ幼鳥の個体数 Number of <i>Anas zonorhyncha</i> juveniles	合計植生面積 Total area of vegetation	0.00001	0.099
Best model	56.4	カイツブリ幼鳥の個体数 Number of <i>Tachybaptus ruficollis</i> juveniles	ヒシ面積 <i>Trapa japonica</i> area	0.00005	0.154
Best model	27.1	バン幼鳥の個体数 Number of <i>Gallinula chloropus</i> juveniles	ハス面積 <i>Nelumbo nucifera</i> area	0.00018	0.004

ため池と植生の面積が幼鳥の個体数に及ぼす影響

2021年のデータを用いて、一般化線形混合モデルとAICによるモデル選択を行った結果、ヒシの面積が、ため池で観察されたカイツブリ、カルガモ、パンの幼鳥の合計個体数に正の効果を示す有意なベストモデルが得られた(表2)。また、ハスの面積が、これら3種の幼鳥の個体数に有意な正の効果を示すモデルも得られた(表2)。つまり、ヒシやハスの面積が大きいため池ほど、これら3種の個体数が多いことが示された。合計植生面積がカルガモ幼鳥の個体数に、ヒシ面積がカイツブリ幼鳥の個体数に、それぞれ正の効果を示すベストモデルが得られた(表2)。これらのモデルは有意ではなかったが、ヒシ・ハス・池岸植生の合計面積が大きいため池ほど、カルガモ幼鳥の個体数が多く、ヒシの面積が大きいため池ほど、カイツブリ幼鳥の個体数が多い傾向がみられた。パンの幼鳥については、ハス面積が個体数に正の効果を示す有意なベストモデルが得られ(表2)、ハスの面積が大きいため池ほど、パン幼鳥の個体数が多いことが示された。

カルガモ・カイツブリ・パン・オオパンの成鳥と幼鳥によるため池の利用

2021年の調査では、カイツブリの成鳥と幼鳥は、13か所のため池のうち、12か所のため池で観察された(図3a)。カルガモの成鳥は、12か所のため池で、幼鳥は5か所のため池で観察された。パンの成鳥と幼鳥は、5か所のため池で観察された。2022年の調査では、カイツブリの成鳥と幼鳥は、4か所のため池のうち、全てのため池で観察された(図3b)。カルガモの成鳥は、全てのため池で、幼鳥は甲田池を除く3か所のため池で観察された。パンの成鳥と幼鳥は、手洗池を除く3か所のため池で観察された。2023年の調査では、カイツブリの成鳥と幼鳥は、6か所のため池のうち、全てのため池で観察された(図3c)。カルガモの成鳥は、6か所全てのため池で、幼鳥は手洗池と甲田池を除く4か所のため池で観察された。パンの成鳥は、手洗池と北ノ入池を除く4か所のため池で、幼鳥は上窪池・甲田池・舌喰池の3か所で観察された。オオパンの成鳥は、上窪池・甲田池・舌喰池の3か所で、幼鳥は甲田池と舌喰池の2か所で観察された。

カイツブリは、成鳥・幼鳥ともに、植生のあるため池(上窪池・甲田池・舌喰池)も植生のないため池(手

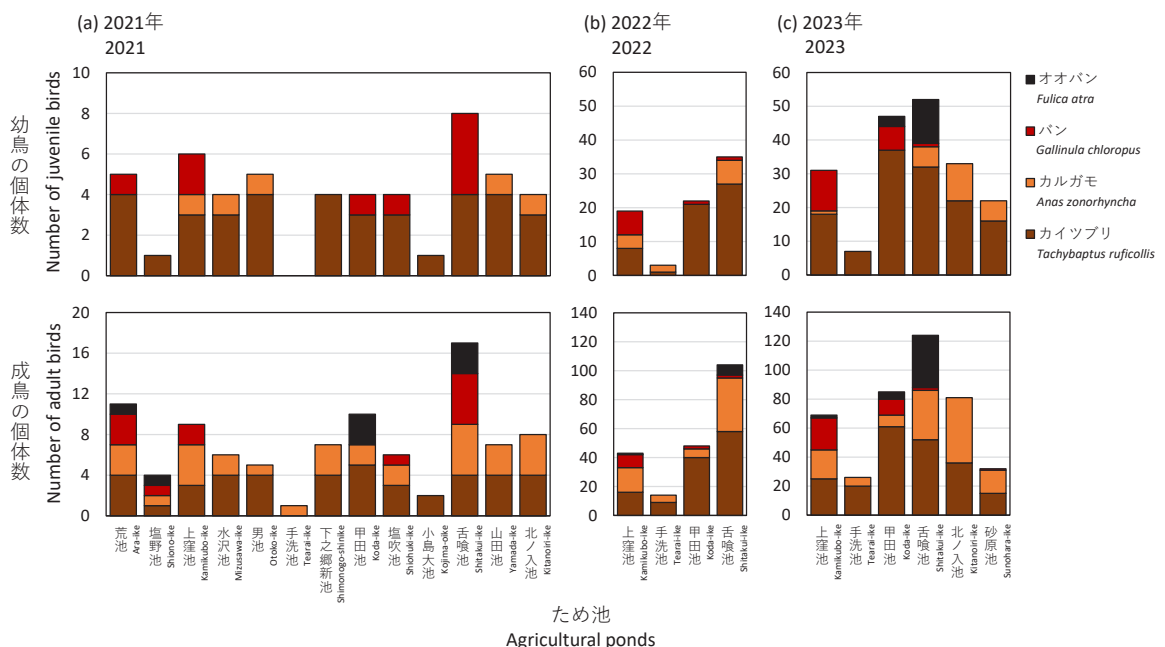


図3. ため池で幼鳥が観察された鳥種の成鳥と幼鳥の個体数。

Fig 3. Number of adults and juveniles of bird species for which juveniles were observed in the agricultural ponds.

洗池)も利用し、バンとオオバンは、成鳥・幼鳥ともに、植生のあるため池(上窪池・甲田池・舌喰池)のみ利用する傾向がみられた。カルガモの成鳥は、植生のあるため池もないため池も利用する傾向がみられたが、幼鳥は、植生のないため池を利用する年と利用しない年があった。

カルガモ・カイツブリ・バン・オオバンの幼鳥によるため池選択

2022年の調査で、ため池の単位面積あたりに観察される幼鳥数がため池間で等しくなると仮定した場合の期待値と、実際に観察された幼鳥数の観察値の間に、有意な偏りが認められた鳥種は、カルガモ、カイツブリ、バン、オオバンの4種のうち、全種であった(図4, χ^2 検定, カルガモ・カイツブリ・バン: $P < 0.000001$, オオバン: $P < 0.05$)。カルガモの幼鳥の個体数は、水面面積が小さく、植生のある上窪池と、水面面積が大きく、植生のある舌喰池で多くなる傾向がみられ、水面面積が中程度で、植生のない手洗池と、水面面積が中程度で、植生のある甲田池では少なくなる傾向がみられた(図4a)。カイツブリとバンの幼鳥の個体数は、水面面積が小さく、植生のある上窪池と、水面面積が中程度で、植生のある甲田池で多くなる傾向がみられ、水面面積が中程度で、植生のない手洗池と、水面面積が大きく、植生のある舌喰池では少なくなる傾向がみられた(図4bc)。オオバンの幼鳥の個体数は、水面面積が大きく、植生のある舌喰池で多くなる傾向がみられ、水面面積が中程度で、植生のない手洗池と、水面面積が中程度で、植生のない手洗池で少なくなる傾向がみられた(図4d)。

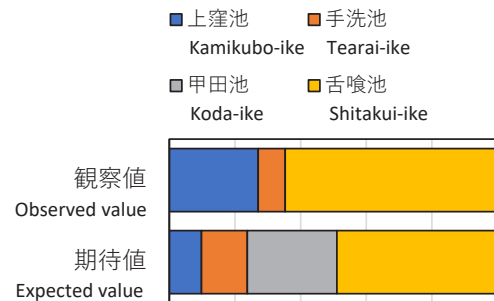
2022年の調査では、ふ化したばかりのカイツブリとバンのヒナが植生のある上窪池・甲田池・舌喰池で、オオバンのヒナが植生のある舌喰池で観察された。カルガモのヒナは、いずれの池でも観察されなかった。いずれの鳥種も、植生のない手洗池ではヒナが観察されなかった。

ガン・カモ類、カイツブリ類、サギ類、クイナ類の個体数の季節変化

ガン・カモ類は、2022年には7種、2023年には11種、それぞれ観察された。両年ともに、7月上旬から9月下旬にかけて、カルガモの個体数は、その他のガン・カモ類の個体数よりも多く、この期間の優占種であった。カルガモの個体数は、2022年には、7月中

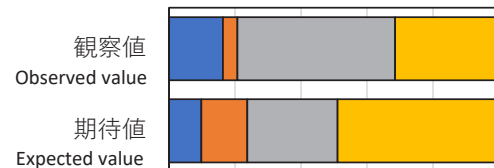
(a) カルガモ

Anas zonorhyncha



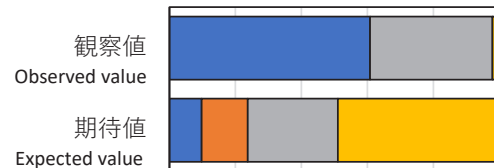
(b) カイツブリ

Tachybaptus ruficollis



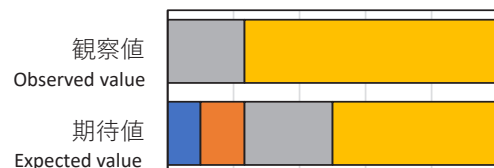
(c) バン

Gallinula chloropus



(d) オオバン

Fulica atra



0% 20% 40% 60% 80% 100%

幼鳥の個体数 (%)

Number of juvenile birds (%)

図4. 調査された池におけるカルガモ、カイツブリ、バン、オオバンの幼鳥の観察。

Fig 4. Observations of juvenile *Anas zonorhyncha*, *Tachybaptus ruficollis*, *Gallinula chloropus*, and *Fulica atra* at the surveyed ponds.

旬と9月下旬に増加、2023年には9月上旬に増加する傾向がみられた(図5a)。カルガモの幼鳥が観察された時期は、2022年では6月下旬から7月下旬、2023年では8月上旬から8月下旬の間であった(図6a)。両年とも、カルガモ以外のガン・カモ類の個体数は、6月から8月下旬にかけて、少ないまま推移し、2022年の9月下旬には主にコガモの個体数が増加し、2022年の5月中旬には主にキンクロハジロ *Aythya fuligula* の個体数が増加した。5月に観察された鳥種は、個体数が多い順に、キンクロハジロ、オシドリ *Aix galericulata*、コガモ *Anas crecca*、ハシビロガモ *Anas clypeata*、6月から8月の間に観察された鳥種は、個体数が多い順に、ホシハジロ *Aythya ferina*、オシドリ、マガモ *Anas platyrhynchos*、キンクロハジロ、オナガガモ×マガモ交雑 *Anas acuta*×*Anas platyrhynchos*、メジロガモ *Aythya nyroca*、マガモ×カルガモ交雑 *Anas platyrhynchos*×*Anas zonorhyncha*、ハシビロガモ、9月に観察された鳥種は、個体数が多い順に、コガモ、ハシビロガモ、マガモ、キンクロハジロ、ホシハジロであった。カイツブリ類は、2022年にはカイツブリとカンムリカイツブリの2種、2023年にはカイツブリのみが観察された。カンムリカイツブリの観察された期間は、5月中旬から6月上旬の間のみであり、いずれも1個体であった。カイツブリの個体数は、両年とも、5月中旬から増加し始め、7月の1か月間にピークを迎え、9月下旬まで減少する傾向がみられたが、2022年は、個体数の増減が緩やかだったのに対して、2023年は、個体数の増減が急であった(図5b)。このような個体数の変化のパターンは、幼鳥のそれと一致した(図6b)。カイツブリの幼鳥が観察された期間の前半にはヒナが、後半には成長した幼鳥が観察された。サギ類は、両年ともに、チュウサギ *Egretta intermedia*、ダイサギ *Ardea alba*、アオサギ *Ardea cinerea*、コサギ *Egretta garzetta* の4種が観察された。両年ともに、サギ類は、6月下旬から、これら4種の個体数が徐々に増加し始め、8月下旬に小さなピーク、9月下旬に大きなピークが認められた(図5c)。6月と7月はアオサギのみが観察され、2つのピークを持つ8月と9月には、アオサギに加え、個体数が多い順に、チュウサギ、ダイサギ、コサギの個体数が増加する傾向が認められた。クイナ類は、両年ともに、バンとオオバンの2種が観察された。バンの個体数は、2022年には、5月下旬から8月下旬にかけて、大きな増減はなく、横ばい状態を示し、9月中旬・下旬に増加する傾向がみられたのに対して、2023年には、

小さな増減を繰り返しながら、6月上旬から9月下旬にかけて、増加し続ける傾向が認められた(図5d)。バンの幼鳥が観察された時期は、2022年では7月中旬から9月下旬、2023年では7月中旬から9月中旬の間であり、それぞれ9月に向けて増加する傾向がみられた(図6c)。バンの幼鳥が観察された期間の前半にはヒナが、後半には成長した幼鳥が観察された。オオバンの個体数は、2022年には、5月中旬から9月下旬にかけて、ほぼ横ばい状態で推移したのに対して、2023年には、小さな増減を繰り返しながら、6月上旬から9月中旬にかけて、増加し続ける傾向が認められた(図5d)。オオバンの幼鳥は2023年のみ観察され、観察された期間は7月上旬から9月下旬の間で、この期間の前半にヒナが観察された(図6d)。

観察されたカイツブリの繁殖行動

カイツブリの巣の数は、5月中旬から6月中旬まで増加し、その後、増減を繰り返しながら、8月下旬まで増加し続けた(図7)。いずれの巣も形状は浮巣であり、巢材としてヒシの葉や茎が利用されている場合が多く(図8a)、稀にハスや抽水植物の枯れた葉や茎が利用されていた。8月中旬以降、巣は観察されなかった。親鳥の抱卵行動や巢上の卵が観察された期間は、5月下旬から6月下旬の間であった(図8ab)。親鳥がヒナに給餌する行動は、6月中旬から7月下旬にかけて観察された(図8c)。

ため池の水量の季節変化

ため池の水量が減少する時期は、池や年によって異なる傾向がみられた(図9a)。上窪池と甲田池の水量の季節変化は、似たようなパターンを示した。上窪池の水量は、両年とも、5月中旬から9月中旬まで、80%から100%の間を上下しながら推移し、2022年には、9月下旬に50%まで減少したのに対して、2023年には、そのような減少は起こらなかった。甲田池の水量は、両年とも、5月中旬から9月中旬まで、100%の状態推移し、2022年には、9月下旬に80%まで減少したのに対して、2023年には、そのような減少は起こらなかった。手洗池と舌喰池の水量の季節変化は、やや似たようなパターンを示した。手洗池では、2022年の5月中旬に、90%であった水量は、5月下旬に50%まで減少し、その後、再び、8月下旬まで徐々に90%まで増加し、8月下旬まで維持されたものの、9月中旬・下旬には60%まで減少した。2023年には、5月中旬から8月

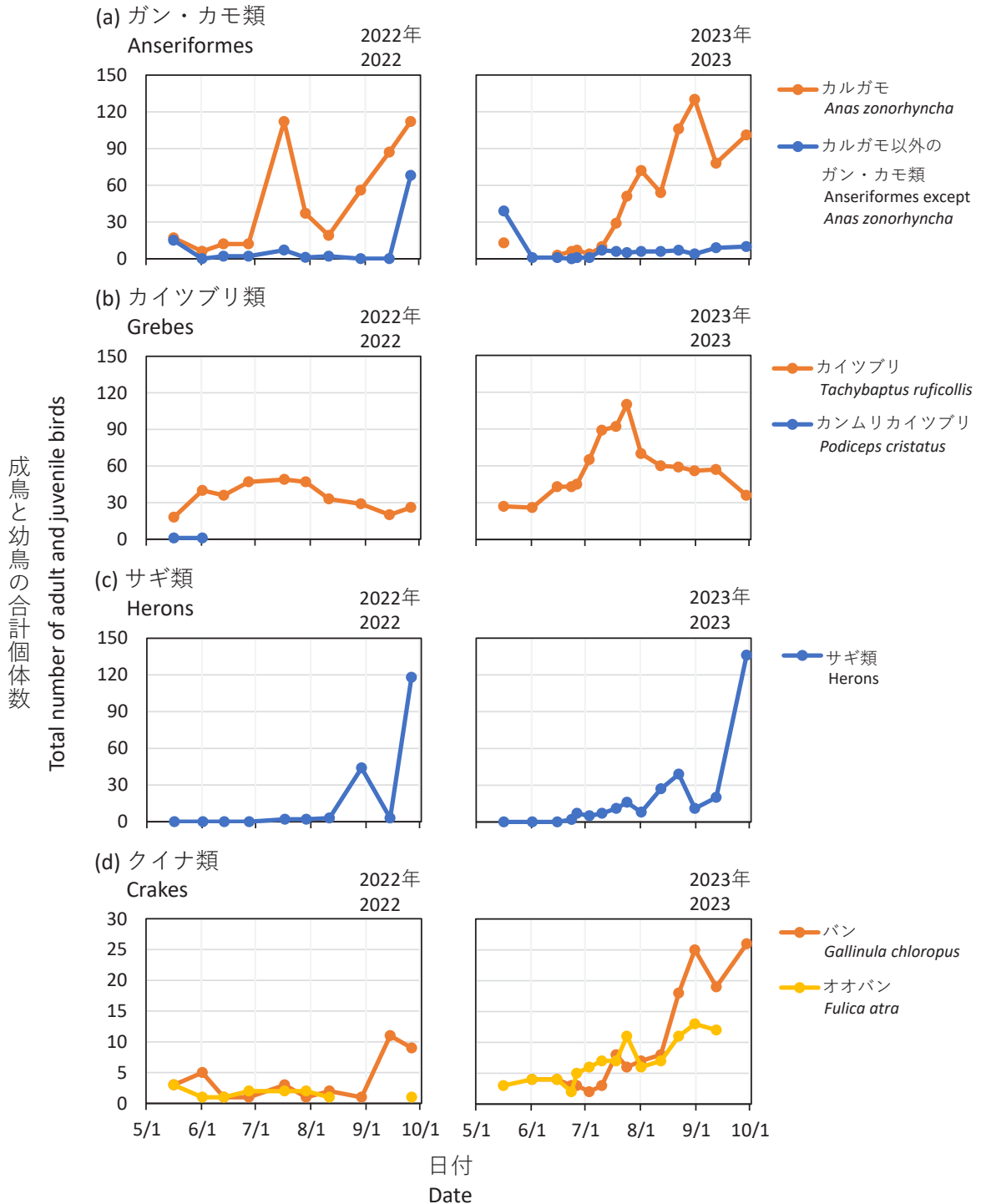


図 5. ガン・カモ類、カイツブリ類、サギ類、クイナ類の個体数の季節変化。

Fig 5. Seasonal changes in the numbers of Anseriformes, grebes, herons, and crakes.

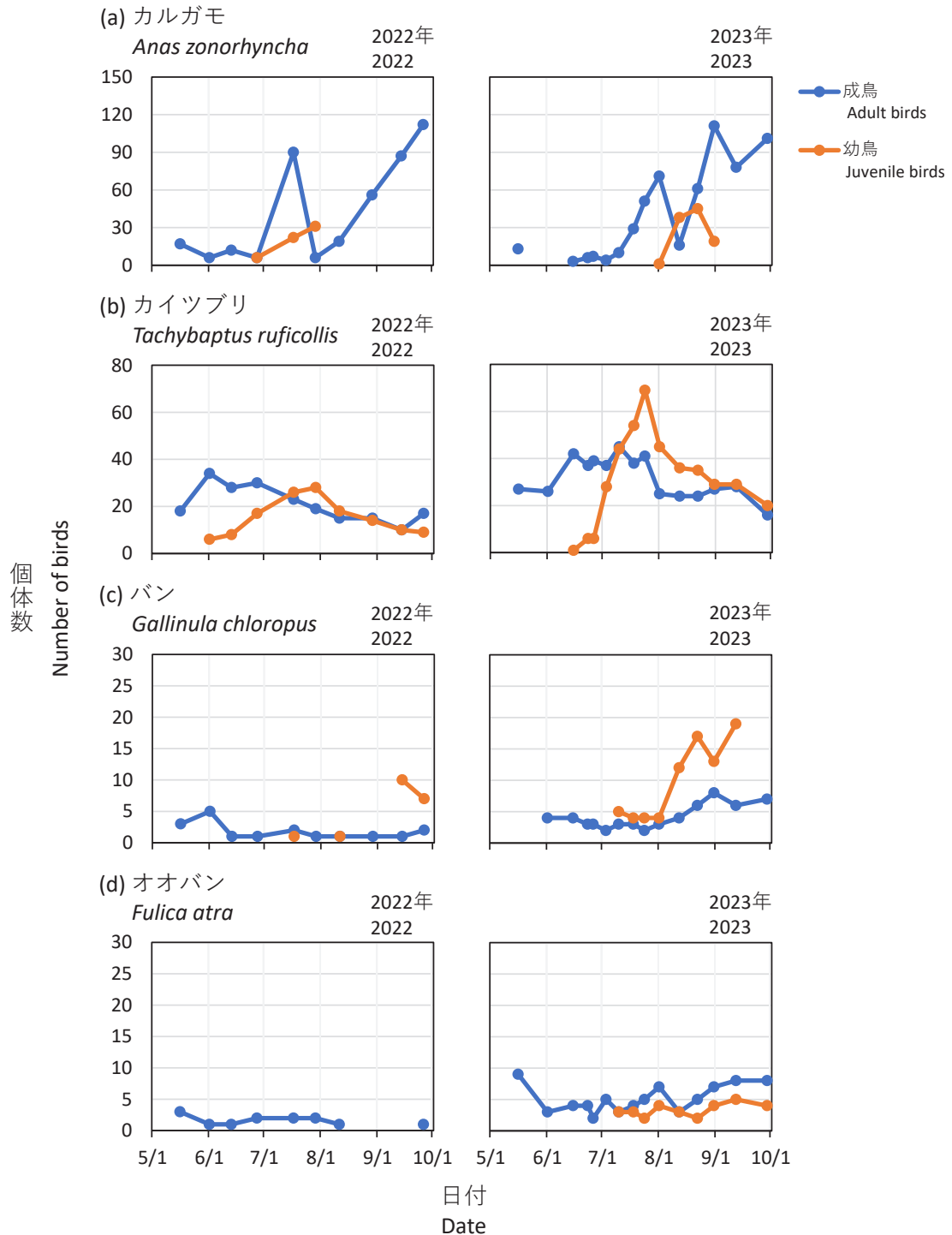


図 6. カルガモ、カイツブリ、バン、オオバンの成鳥・幼鳥の個体数の季節変化。
Fig 6. Seasonal changes in the numbers of adults and juveniles of *Anas zonorhyncha*, *Tachybaptus ruficollis*, *Gallinula chloropus*, and *Fulica atra*.

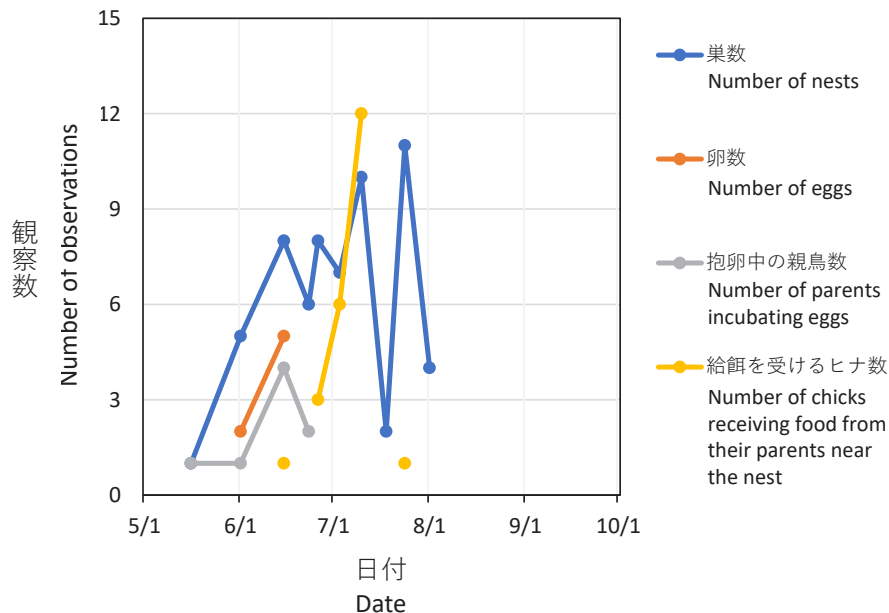


図7. カイツブリの巣、巣上の卵、抱卵中の親鳥、巣の周りで給餌を受けるヒナの数。

Fig 7. Number of *Tachybaptus ruficollis* nests, eggs on nests, parents incubating eggs, and chicks receiving food from their parents near the nest.

下旬までの間に、手洗池の水量は、100%から60%までの間を2回ほど上下を繰り返す、その後、8月中旬から9月中旬まで、20%まで減少し、さらに、9月下旬には40%まで増加した。舌喰池では、2022年の5月中旬に、100%であった水量は、6月下旬に60%まで減少し、その後、再び、7月中旬まで徐々に100%まで増加し、その後は、100%から90%の間を上下しながら推移した。2023年には、5月中旬から9月中旬までの間に、舌喰池の水量は、100%から90%までの間を上下しながら推移し、9月下旬には20%まで減少した。

ため池の水面を覆うヒシ面積の季節変化

ため池の水面を覆うヒシの面積の割合やその季節変化は、池や年によって異なる傾向がみられた(図9b)。ヒシ面積の割合は、両年とも、手洗池ではほぼ0%であったのに対して、上窪池と甲田池で大きく、舌喰池で中程度であった。上窪池では、2022年には、5月中旬・6月上旬に、30%から20%であったヒシ面積の割合は、その後、7月下旬には90%まで増加し、9月下旬まで、90%から70%の間を推移した。2023年には、5月中旬から6月中旬まで間に、80%から70%であったヒシ面積の割合は、その後、6月下旬には90%まで増加し、9月中旬まで、そのまま推移し、9月下旬

には70%まで減少した。甲田池では、2022年には、5月中旬に、10%であったヒシ面積の割合は、その後、7月中旬には90%まで増加し、その後、9月下旬までそのまま推移した。2023年には、5月中旬に、0%であったヒシ面積の割合は、6月下旬には50%まで増加し、その後、9月下旬まで徐々に増加しながら、70%まで達した。舌喰池では、2022年には、5月中旬に、10%であったヒシ面積の割合は、その後、7月下旬には50%まで増加し、その後、9月上旬までそのまま推移し、9月下旬には40%まで減少した。2023年には、5月中旬に、0%であったヒシ面積の割合は、その後徐々に増加しながら、7月下旬には60%まで達し、その後、9月下旬まで徐々に減少し、9月下旬には0%まで達した。

ため池の池岸植生の優占種

上窪池と甲田池の池岸植生の優占種はヨシで、次いでヒメガマであった。舌喰池の池岸植生の優占種はヒメガマで、次いでウキヤガラ *Bolboschoenus fluviatilis*、ヨシの順であった。手洗池では池岸植生はなかった。



(a) カイツブリの巣と卵
A nest and eggs of *Tachybaptus ruficollis*



(b) 抱卵中の親鳥
A parent incubating eggs



(c) 給餌をする親鳥
A parent feeding its young

図8. カイツブリの巣と卵(a)、抱卵中の親鳥(b)、給餌をする親鳥(c)。

Fig 8. (a) A nest and eggs of *Tachybaptus ruficollis*, (b) a parent incubating eggs, and (c) a parent feeding its young.

考察

水鳥の繁殖場所としての植生の重要性

本研究では、水鳥の繁殖期を含む夏季に、ため池を利用する水鳥相を把握できた。そのうち、幼鳥が確認された鳥種は、カイツブリ、バン、オオバン、カルガモの4種であった。いずれの鳥種も、植生のないため池では、ふ化したばかりのヒナが観察されなかった。これらの結果から、これら4種の鳥種がため池を繁殖地として選ぶための必須条件は、ため池に植生があることだと考えられる。また、これら4種の幼鳥が、ため池の水面面積、ヒシ面積、ハス面積、池岸植生面積、合計植生面積のうち、どの要因に影響を受けて、ため池を選択しているのかを明らかにすることができた。一般化線形混合モデル(表2)と χ^2 検定(図4)の結果に基づいて、各鳥種の幼鳥が何を基準にため池を選択する傾向があったのかを、特に植生のタイプと面積に着目して、以下に整理する。

カイツブリの幼鳥は、2021年の調査ではヒシ面積の大きい池を選ぶ傾向があり(表2)、2022年と2023年の調査でもヒシ面積の大きく、池岸植生(優占種はヨシで、次いでヒメガマ)が中程度の甲田池と小さな上窪池を選んでいった(図4)。バンの幼鳥は、2021年の調査ではハス面積の大きい池を選んでいったものの、2022年と2023年の調査ではヒシ面積の大きく、池岸植生(優占種はヨシで、次いでヒメガマ)が中程度の甲田池と小さな上窪池を選んでいった。オオバンの幼鳥は、2021年と2022年の調査では観察されず、2023年の調査ではハス面積が大きく、池岸植生(優占種はヒメガマで、次いでウキヤガラ、ヨシの順)が大きな舌喰池を選んでいった。カルガモの幼鳥は、2021年の調査では合計植生面積が大きいため池を選んでおり、2022年と2023年の調査ではヒシ面積が大きく、池岸植生(優占種はヨシで、次いでヒメガマ)が小さな上窪池と池岸植生(優占種はヒメガマで、次いでウキヤガラ、ヨシの順)が大きな舌喰池を選ぶ傾向があった。このように、鳥種によって、選択している植生のタイプと面積が異なる傾向があることが明らかになった。

カイツブリの幼鳥は、池岸に少し・中程度のヨシやヒメガマがあり、ヒシが多いため池を選択する傾向が認められた。カイツブリは、ヒシやマコモなどの水草の葉や茎などを巣材として利用する(川口 1934; 中村・中村 1995)。本調査地では、主にヒシを巣材に利用して浮巣を作っていたことから、カイツブリは巣材となるヒシの多いため池を選択していたと考えられる。また、ヒ

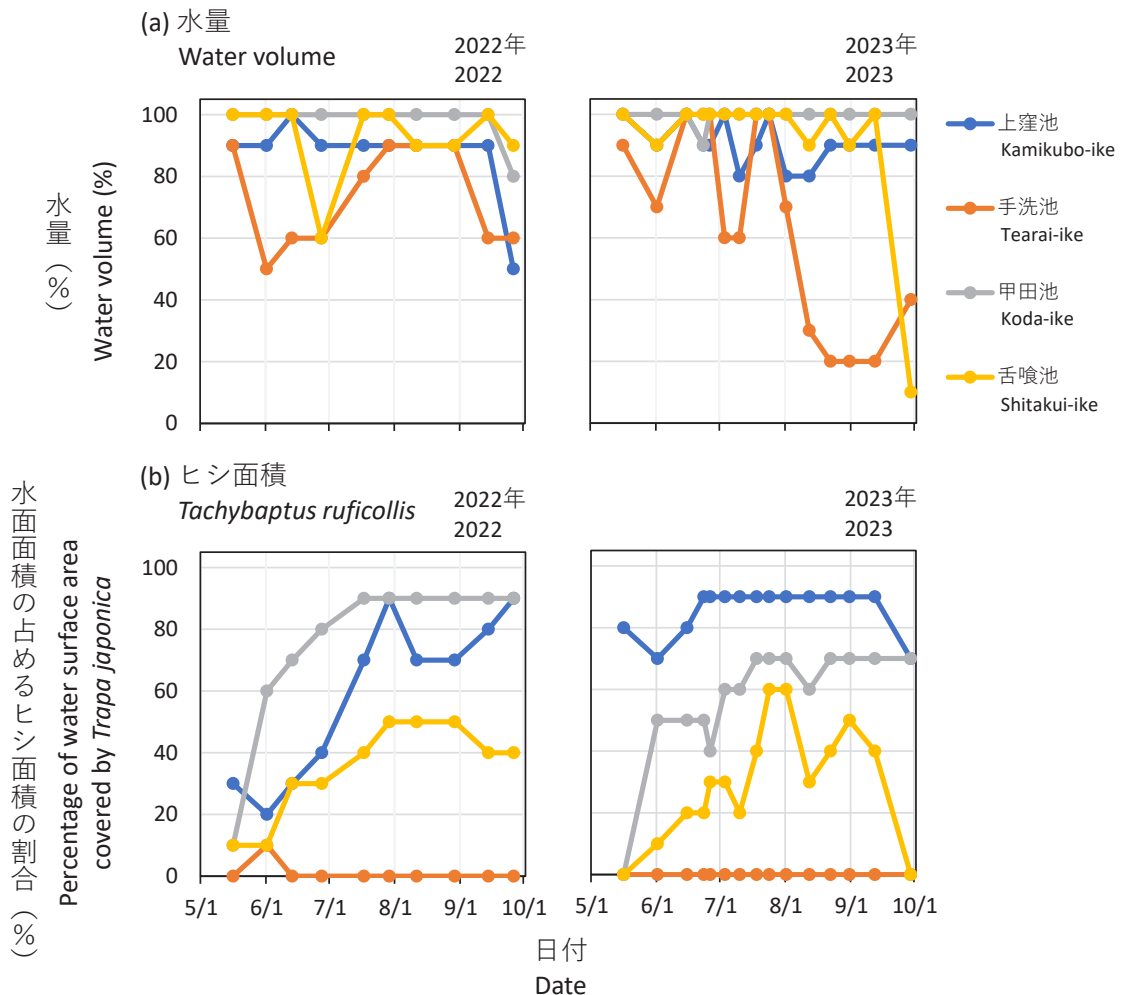


図9. ため池の水量(a)とため池の水面を覆うヒシ面積(b)の季節変化。

Fig 9. Seasonal changes in (a) the water volume and (b) the area of *Trapa japonica* covering the surface of agricultural ponds.

シ面積は、5月中旬から増加し始め、7月の1か月間にピークを迎えていたが(図9b)、この期間に、カイツブリの成鳥と幼鳥の個体数も増加し(図5b, 6b)、カイツブリの巣、巣上の卵、抱卵中の親鳥、巣の周りで給餌を受けるヒナの数も増加していた(図7)。これらの結果からも、塩田平のため池群では、カイツブリの繁殖にとって、ヒシが特に重要であることが明らかになった。

嶋田ら(2005)は、カイツブリの繁殖にはヨシやヒメガマなどの抽水植物が特に重要であり、岸辺の近くの水面に浮巣を作って繁殖することを報告している。しかし、本研究では、ヨシやヒメガマからなる池岸植生が多いため池を選択する傾向は認められず、浮巣も岸辺

の近くに限られることなく、ため池の中心部でもヒシが繁茂していれば、ヒシで作った浮巣を構え、繁殖していた。したがって、本研究の結果は、嶋田ら(2005)の報告とは異なる点が多く、新たな知見が得られたといえる。一方、Athamnia et al.(2015)によると、カイツブリにとっての最適な営巣場所は、適応度に影響を与える採餌効率(浅瀬の方が高い)と巣の捕食リスク(浅瀬の方が高い)といった相反するトレードオフの結果として、決定づけられる可能性があるという。本調査地は、ため池であり、水深は中心部でも2m～3mである。この程度の水深では、カイツブリの採餌効率が低下することがなく、ため池の中心部も営巣場所として選らばれ

ていたと考えられる。

パンの幼鳥は、池岸に少し・中程度のヨシやヒメガマがあり、ハスやヒシが多いため池を、オオパンの幼鳥は、池岸に多くのヒメガマ・ウキヤガラ・ヨシがあり、ハスやヒシが多いため池を、それぞれ選択する傾向が認められた。一般に、パンとオオパンは、水辺のやや規模の大きな抽水植物群落の水際部や水面に営巣し(桜井 1994; 中村・中村 1995)、巣材としてマコモ、イ、ガマ、ヒメガマの枯れ草などを利用する(桑田 1942; 北島 1994; 中村・中村 1995; Meniaia et al. 2014; Squalli et al. 2020)。また、両種は、抱卵や育雛などの繁殖行動を密生したヨシ群落の中で行う(高橋 1988)。これらの報告と同様に、本調査の結果からも、パンとオオパンの繁殖にとって、池岸の水生植物や水際部の抽水植物からなる植生帯が重要であるといえる。

カルガモの幼鳥は、池岸に少し・多くのヒメガマ・ウキヤガラ・ヨシがあり、ハスやヒメガマが多いため池を選択する傾向が認められた。しかし、本調査で観察されたカルガモは全て若鳥であり、ヒナを観察することができなかった。この結果は、ため池では繁殖しておらず、ヒナが若鳥に成長してから、ため池に飛来した可能性があることを示唆している。

一般に、カルガモは、水辺の規模の大きな抽水植物群落やヨシ原(桜井 1994; 中村・中村 1995; 大鷹・中村 1996; 中村 2009; Luo et al. 2022)に営巣し、巣材として草の葉などを利用する(中村・中村 1995)。また、Luo et al. (2022)によると、カルガモは、植生(主に、スゲ植物と抽水植物)の面積が大きい場所を選択して営巣することから、カルガモの営巣場所として良好な隠ぺい性が重要であるという。筆者らが所属するゼミナールでは、2016年と2019年に本調査地のため池を調査しており、カルガモのヒナを舌喰池と女池(図1)で確認している。この調査当時、両池には、本調査時よりも広いヨシ群落があったが、その後に行われた道路の拡張工事やため池の耐震工事によって、舌喰池ではヨシ群落が縮小し、女池では消滅した。また、本調査地には、ヨシ群落を有するため池はあったものの、大面積の群落を有するため池がなかった。したがって、カルガモは、本調査地のため池を繁殖地として選ばなかった可能性が高いと考えられる。しかし、疑問が一つ残された。かつてカルガモのヒナが観察された女池のヨシ群落の面積は、上窪池と甲田池のそれとほぼ同程度かやや下回っていた点である。韓・李(2021)は、大学構内の人工池に、水生植物を植え付けた植木鉢

を設置したところ、カルガモがその植木鉢の植生に営巣し、繁殖に成功した事例を報告している。すなわち、単純に、植生面積ではなく、周辺環境も含めた隠ぺい性(Luo et al. 2022)が、カルガモの営巣場所選択にとって重要な要因なのかもしれない。今後は、群落植生のタイプや面積の他に、どのような要因がカルガモの営巣場所選択に影響を与えているのかを調査する必要がある。

ため池の植生の保全と再生の方向性

浮遊植物のヒシ、抽水植物のヨシ、ヒメガマ、ハスなどの植生がため池にあることが、カイツブリ、パン、オオパン、カルガモがため池を繁殖地として選び、営巣するかどうかを決定づける必須条件であることが明らかになった。したがって、今後、ため池を、これら水鳥の繁殖地として機能させるためには、ため池にある植生を適切に保全・再生する必要がある。

ため池の水生植物が繁茂すると、それらの枯れ葉がため池から取水する樋に詰まりやすくなるため、それを取り除く管理がさらに必要となる(石井・角道 2019)。よって、水生植物の繁茂は、ため池における利水上の管理の手間をさらに増加させる(嶺田ら 2006)。一方、浮遊植物のヒシや抽水植物のハスが繁茂すると、水面を覆った葉が妨げとなって水域の貧酸素化が進み、魚類の成長が悪化し、生息種数も低下する(Killgore & Hoover 2001; 佐原ら 2014)。これは、魚類を主食とするカイツブリ(中村・中村 1995)にとって、餌環境が悪化することを意味している。特に、富栄養化が進む湖沼でハスは増加していることから、駆除の対象になっている(藤本 2011; 芦沢ら 2015)。したがって、水生植物が繁茂しすぎることは、ため池の利水管理上も、ため池を繁殖地として利用する主要な鳥種のカイツブリにとっても、望ましくないことだといえる。現在、植生のあるため池については、繁殖力が強いヒシやハスが繁茂しすぎないように、植生を適切に管理することが求められる。現在、植生のないため池については、植生の再生もしくは創出が有効な手段となるだろう。

ため池の事例ではないが、琵琶湖岸では、ヨシ群落の再生を目指したヨシ苗の植栽(田中 2006)、霞ヶ浦湖岸では、沈水植物群落の再生を目指した沈水植物(クロモ*Hydrilla verticillata*, ササバモ*Potamogeton wrightii*, ホザキノフサモ*Myriophyllum spicatum*)の移植(大寄ら 2011)が、それぞれ実施され、効果を上げている。ここで用いられた工法は、ため池岸における植生

再生・創出にも応用できるかもしれない。

ため池岸に植生を植栽・移植することが難しい場合には、植生を植えた人工浮島を設置する手法が有効であろう。加藤(2009)によると、ヨシ・ツルヨシ *Phragmites japonicus*・カンスゲ *Carex morrowii* を植えた人工浮島(36m²)を、ため池に設置したところ、順調に生長した植生にバンが営巣し、ヒナが巣立ち、繁殖に成功したという。また、百瀬ら(1998)は、ダム、遊水池、都市公園における親水池などの湖沼・池沼に設置され、ヨシ・マコモ・ガマなどの抽水植物群落が発達した人工浮島(60~1000m²)では、カイツブリ、バン、カルガモが営巣していることを報告している。

ここで、これらの報告と本調査の結果に基づいて、塩田平のため池群を設置する人工浮島について考察してみたい。人工浮島の面積は30m²(5m×6m)程度、そこに植え付ける植物は、池岸植生に優占していたヨシとヒメガマの抽水植物が適しているだろう。筆者らは、2022年に、池岸植生のない手洗池の池岸にヨシ10株、ヒメガマ10株を移植した(図10a)。また、2023年には、土を入れ、フロートをつけたトロ舟4個(2.2m²=〔幅91.1cm×奥行60.2cm×高さ20.7cm〕×4個)に、ヨシとヒメガマを移植した人工浮島を、手洗池に設置した(図10b)。浮島の面積は、30m²(5m×6m)と比べると小さく、水鳥が営巣場所として利用しない可能性もあるため、今後、トロ舟を増設しつつ、モニタリングを継続し、最小単位の浮島面積を特定する必要がある。

水位変動が水鳥の繁殖に与える影響

カイツブリの繁殖地における激しい水位変動は、巣を水没させ、繁殖成功率を低下させる(Moss and Moss 1993; 竹内・吉田 2006)。本調査地でも、水位変動が観察され、ため池の水量が減少する時期は、池や年によって異なる傾向がみられた。しかし、カイツブリの活発な繁殖行動(営巣、抱卵、給餌など)が観察された時期は、6月から7月までであり、水量が10%~60%まで減少する8月から9月までの時期と一致しなかった。すなわち、6月から7月までの2か月間は、甲田池の水量が90%~100%と最も小さく、手洗池の水量が60%~100%と最も多かったが、いずれの池でも大きな水量の変化が起らなかった。したがって、塩田平のため池群では、水位変動がみられるものの、カイツブリの繁殖に負の影響を及ぼしている可能性が低いと考えられる。また、水量が大きく減少する8月から9月にかけても、バンの幼鳥の個体数は増加し、オオバ



(a) ヨシとヒメガマの移植

Transplantation of *Phragmites australis* and *Typha domingensis*



(b) ヨシとヒメガマを植栽した浮島の設置

Installation of a floating island planted with *Phragmites australis* and *Typha domingensis*

図10. ヨシとヒメガマの移植(a)、ヨシとヒメガマを植栽した浮島の設置(b)。

Fig 10. (a) Transplantation of *Phragmites australis* and *Typha domingensis* and (b) installation of a floating island planted with *Phragmites australis* and *Typha domingensis*.

ンの幼鳥の個体数もほぼ横ばいであったことから、この両種の繁殖に水位変動が負の影響を及ぼしている可能性も低いと考えられるだろう。

水量が減少した9月には、ガン・カモ類とサギ類の

個体数が増加した。いずれも、この時期に採餌行動が観察された。河口の近くの干潟では、コガモやマガモは水深が5 cm未満の場所を好んで採餌する(Johnson & Rohwer 2000)。渡良瀬貯水池では、水位が低下する時期や干し上げの時期に、サギ類の個体数が増加することから、このような水位変動がサギ類にとっては有利に作用する(岩木・佐藤 2006)。本調査地でも、水位の低下がガン・カモ類とサギ類に好まれる採餌環境を作り出し、個体数が増加したものと考えられる。一方で、水量が低下した9月には、カイツブリの個体数が減少した。サギ類は、カイツブリと同様に魚類を餌として利用するため(中村・中村 1995)、両者には餌をめぐる競争関係が発生する可能性がある。これがカイツブリの個体数減少の一つの要因にもなりうるだろう。

カイツブリは、塩田平のため池群を繁殖地として利用する主要な水鳥であることが、本研究によって明らかにされた。カイツブリの繁殖地としてのため池を保全するためには、今後も現在の水位管理を維持することが求められるであろう。

謝辞

本研究において、長野大学里山再生学ゼミナールの学生・卒業生7名(大和田樹里、藏田大和、近森雄作、大坪祐太、佐古哲祥、矢作尚賢、長友晴香)にはフィールド調査にご協力いただき、有意義な議論の場もいただいた。以上の方々にはこの場を借りて深く感謝したい。

引用文献

- 阿部桂輔・内海絢那・野崎礼実・松奥三沙・松岡翔・溝口由佳・吉見祐城・滝朋子(2007) カモ類によるため池の選択に水生植物が与える影響, *Strix* 25: 35–43.
- 芦澤 淳・星 雅俊・藤本泰文・嶋田哲郎(2015) 湖沼における刈払い装置を用いたハス群落の抑制方法に関する試験, 伊豆沼・内沼研究報告 9: 61–70.
- Athamnia M, Samraoui F, Kelailia B, Rouabah A, Alfarhan AH & Samraoui B (2015) Nest-site selection and reproductive success of the Little grebe *Tachybaptus ruficollis* in Northeast Algeria. *Ardeola* 62(1): 113–124.
- 江崎保男・工 義尚(2003) 播磨ため池初冬の鳥類群集—10年間の変遷—, *人と自然* 14: 63–67.
- 藤本泰文(2011) 伊豆沼・内沼に隣接するため池で観察されたハス *Nelumbo nucifera* の分布拡大にともなうコウガイモ *Vallisneria denseserrulata* 群落の消失, 伊豆沼・内沼研究報告 5: 13–19.
- 石井美咲・角道弘文(2019) 香川県の中山間地域における小規模ため池の利用と管理の実態, *農業農村工学会誌* 87(1): 23–26a.
- 岩木晃三・佐藤宏明(2006) 渡良瀬貯水池における水位低下・干し上げと鳥類個体数の動向, *応用生態工学* 9(1): 115–127.
- Johnson WP & Rohwer FC (2000) Foraging behavior of green-winged teal and mallards on tidal mudflats in Louisiana. *Wetlands* 20: 184–188.
- Kanda Y (2013) Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics. *Bone Marrow Transplant* 48(3): 452–458.
- 韓 昌道・李 思郷(2021) 朝鮮大学校の人工池に657日間滞在したカルガモの観察報告, *朝鮮大学校学報* 31: 57–70.
- 加藤修一(2009) 国営神流川沿岸地区における野鳥保全対策とモニタリング調査, *農業農村工学会誌* 77(9): 729–732.
- 川口孫治郎(1934) カイツブリの生態, *鳥* 8: 229–247.
- Killgore KJ & Hoover JJ (2001) Effects of hypoxia on fish assemblages in a vegetated waterbody. *Journal of Aquatic Plant Management* 39: 40–44.
- 北島信秋(1994) 手賀沼におけるオオバン繁殖生態, *山階鳥研報* 26: 47–58.
- 金藏法義(1999) 農村地域の水環境保全, *環境技術* 28(4): 248–254.
- 桑田鐵也(1942) 住吉浦に於ける蕃殖鳥の研究, *鳥* 11: 406–433.
- Luo ZK, Xu X, Liu YB, Zhu XF, Li ZJ & Liu Y (2022) Nest site selection and breeding ecology of Spot-billed Duck (*Anas zonorhyncha*) in the alpine wetland ecosystem of southwestern China. *The Wilson Journal of Ornithology* 134(4): 642–653.
- Meniaia Z, Samraoui F, Alfarhan AH & Samraoui B (2014) Nest-site selection, breeding success and brood parasitism in the common moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. *Zoology and Ecology* 24: 305–313.
- 嶺田拓也・石田憲治・廣瀬裕一・松森堅治(2006) 水生植物保全に向けたため池管理実態の把握, *農村計画論文集* 25: 347–352.

- 百瀬 浩・舟久保敏・木部直美・中村圭吾・藤原宣夫・田中 隆(1998)水鳥類による各種植栽浮島の利用状況, 環境システム研究 26: 45-53.
- Moss D & Moss GM (1993) Breeding biology of the Little Grebe *Tachybaptus ruficollis* in Britain and Ireland. *Bird Study* 40(2): 107-114.
- 中村雅彦(2009)上越教育大学構内の池に生息するオオクチバス*Micropterus salmoides*の食性, 上越教育大学研究紀要 28: 219-226.
- 中村徹立・山田 正(2017)手賀沼浄化のための日内水位変動及び水位低下に関する研究, 水利化学 61(5): 22-40.
- 中村登流・中村雅彦(1995)原色 日本野鳥生態図鑑-水鳥編, 保育社, 大阪.
- 大鷹宏彰・中村雅彦(1996)上越教育大学構内における繁殖期の鳥類相, 日本野鳥の会研究報告 14: 113-124.
- 大寄真弓・矢島良紀・佐貫方城・三輪準二(2011)霞ヶ浦における沈水植物移植生育実験, 河川技術論文集 17: 519-522.
- 佐原雄二・浅原宏子・石岡奈々子(2014)モツゴ(*Pseudorasbora parva*)当歳魚の成長と溶存酸素, 弘前大学農学生命科学部学術報告 16: 1-6.
- 酒井淳一(2015)オオバン*Fulica atra*の育雛期における親鳥の食物内容と雛に対する給餌内容の特徴, 日本鳥学会誌 64(2): 237-241.
- 桜井善雄(1994)水辺の自然環境-特に植生のはたらきとその保全について, 人と自然 3: 1-15.
- 佐藤弘巳(2008)渡り鳥等に配慮したため池整備, 農業農村工学会誌 76(6): 538-539.
- 關 義和(2009)カルガモの季節移動について, *Bird Research* 5: S1-S5.
- 嶋田哲郎・進東健太郎・高橋清孝・Aaron Bowman(2005)オオクチバス急増にともなう魚類群集の変化が水鳥群集に与えた影響, 野外鳥類学論文集 23: 39-50.
- 嶋田哲郎・植田睦之・高橋佑亮・内田 聖・時田賢一・杉野目斉・三上かつら・矢澤正人(2019) GPS-TXによる越冬期のマガモ, カルガモの行動追跡, *Bird Research* 15: A15-A22.
- 白井義彦・成瀬敏郎(1983)我が国におけるため池の利用と保全-1981年ため池台帳からみた考察, 地理科学 38(1): 20-35.
- Squalli W, Mansouri I, Dakki M & Fadil F (2020) Nesting habitat and breeding success of *Fulica atra* in tree wetlands in Fez's region, central Morocco. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 8: 282-287.
- 高橋一郎(1988)八郎潟調整池北部の鳥類とその生態, 秋田県立博物館研究報告 13: 1-12.
- 高谷 了(2011)カンムリカイツブリの繁殖様式-同一繁殖場所への飛来と年2回繁殖-について, 山階鳥学誌 42: 177-184.
- 高谷 了・佐原雄二(2012)溜池におけるカンムリカイツブリ(*Podiceps cristatus*)の給餌生態-青森市における観察例, 野生生物保護 13(2): 19-32.
- 竹内健悟・吉田裕一(2006)ため池の水位変動とカイツブリ, カンムリカイツブリの生息, 山階鳥学誌 37: 153-158.
- 田中周平(2006)琵琶湖岸ヨシ群落の修復・再生への取り組み, 環境技術 35(8): 582-587.
- 上田市誌編さん委員会(編)(2003)上田市誌 歴史編(6) 近世の農民生活と騒動: 43-61. 信毎書籍印刷株式会社, 長野市.
- 内田和子(2001)ため池の多面的機能に関する考察, 水利化学 45(1): 51-68.
- 渡辺朝一(2014)外来沈水植物ハゴロモモが繁茂するため池で見られた水鳥の採食行動, *Bird Research* 10: S5-S11.